

# Le Photovoltaïque en Allemagne

**Atelier d'introduction 30.11.2015**

Dans le cadre du voyage d'information et d'étude  
du 29 novembre au 5 décembre 2014  
en Allemagne

**Dr. Jörg-W. Fromme**  
**DFIC – Dr Fromme International Consulting**  
**[www.dfic.de](http://www.dfic.de)**



## Contenu

- Politique énergétique en Europe
- Politique et contexte énergétique en Allemagne
- Détails du voyage





## Un peu de géographie





# Vue d'ensemble

Uhrzeit	Di	Lun	Mar	Merc	Jeu	Vend	Sa
	29.11.2015	30.11.2015	01.12.2015	02.12.2015	03.12.2015	04.12.2015	05.12.2015
07:30							
08:00							
08:30				Transfert			
09:00		Session d'introduction au voyage d'études: - présentations participants et institutions - Entrée thématique: Le système dual de la FP / Le secteur PV en Allemagne	Transfert		Transfert	Evaluation des visites techniques et discussion de transfert	Session CoPil II Renforcement de l'esprit d'équipe et mode de coopération
09:30				Centre de formation de la chambre des métiers Cologne (Butzweilerhof)	Centre de formation professionnelle spécialisation ER (Butzbach)		
10:00							
10:30			Coopérative solaire Mülheim				
11:00			Transfert				
11:30							
12:00							
12:30							
13:00		Déjeuner	Déjeuner	Déjeuner	Déjeuner	Déjeuner	Déjeuner
13:30		Session CoPil I: Intro. au travail en CoPil - défis et contributions des institut. par rapport aux objectifs - Approche RCH pour le travail en CoPil	TÜV Rheinland	Transfert	Transfert	Rencontre culturelle avec l'Allemagne: tour de ville animé	Session CoPil III: Elaboration d'un plan d'action
14:00				Ecole pour solarteurs à Oberhausen	House of Clean Energy (Flörsheim-Wicker)		
14:30							
15:00	ARRIVÉE		TÜV Akademie				
15:30	Transfert à l'hôtel		Transfert				
16:00							
16:30							
17:00							
17:30		Transfert					
18:00	Courte introduction		Temps à libre disposition	Temps à libre disposition			
18:30				Temps à libre disposition	Temps à libre disposition		
19:00	Dîner de bienvenue		Dîner commun				
19:30							
20:00							
20:30							



## Politique énergétique en Europe

- Objectifs européens 20:20:20 (2009)  
20% énergies renouvelables en 2020
- La directive de l'Union Européenne de 2009, destinée à promouvoir les énergies renouvelables constitue le pilier du développement des énergies renouvelables
- Renégociation des objectifs en automne 2014  
Au moins 27% d'EnR pour atteindre une baisse de 40% les émissions CO<sub>2</sub> communautaires entre 1990 et 2030
- Réseau intégré d'électricité
- Marché de l'électricité avec différents degrés de libéralisation
- European Emission Trading System (ETS)
- Multitude d'instruments pour la promotion des énergies renouvelables





# Allemagne - Politique énergétique après Fukushima

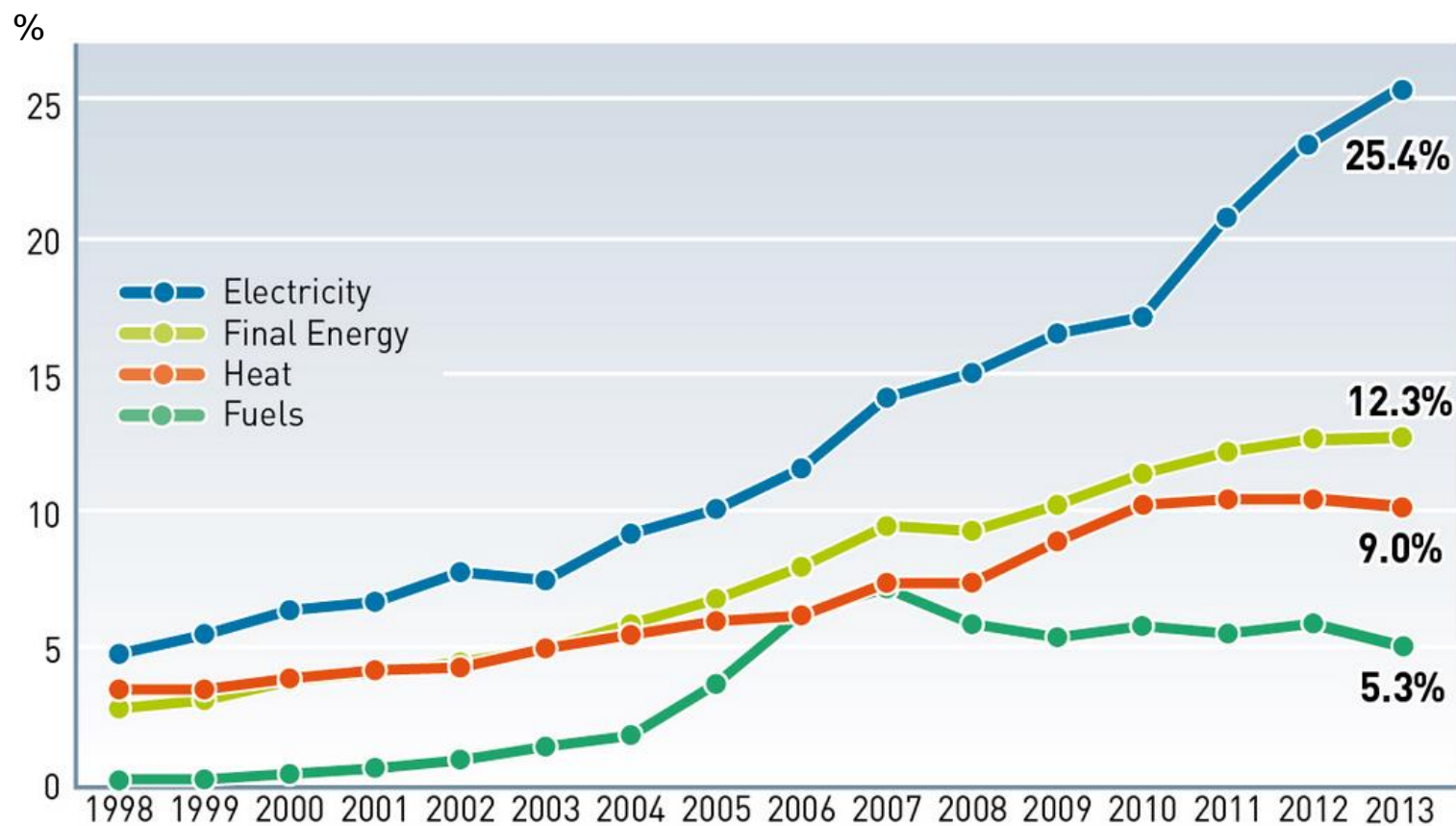
## Accélération de la transition énergétique

- Fin du nucléaire d'ici à 2022
- Objectifs ajustés pour 2020:
  - Réduction de la consommation d'électricité 10%
  - Réduction de la demande de chaleur bâtiments 20%
  - Part des EnR dans la production 40 - 45%
- Objectifs 2035: part des EnR dans la production 55 - 60%
- Objectifs 2050 encore valables:
  - Réduction des émissions carbone d'au moins 80%
  - Part des EnR dans la production 80%
  - Réduction de la consommation 25%





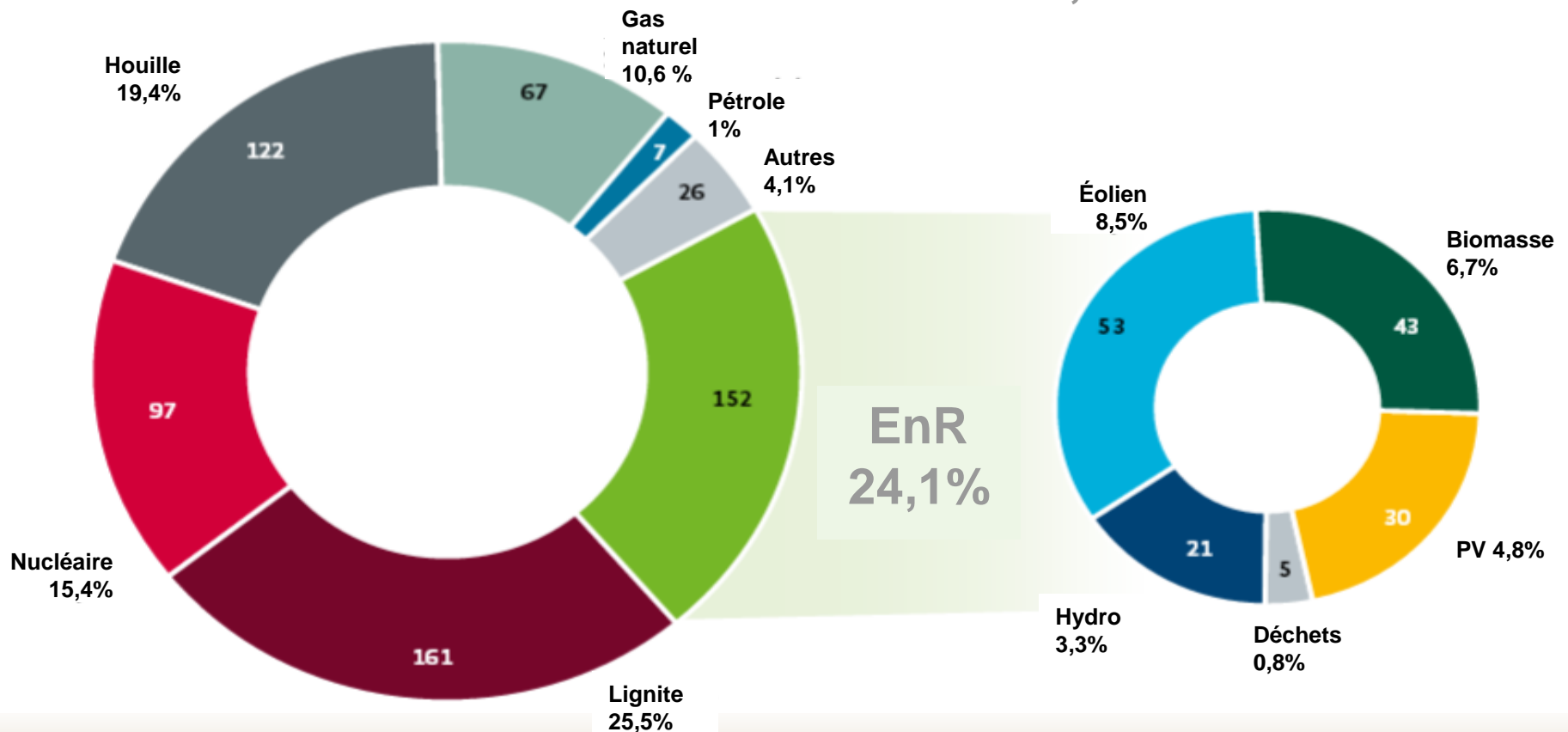
## Allemagne - Part der EnR sur le marché de l'énergie de 1998 à 2013





# Allemagne – Production brute d'électricité en 2013 (631 TWh au total)

39,4 TWH PV en 2014



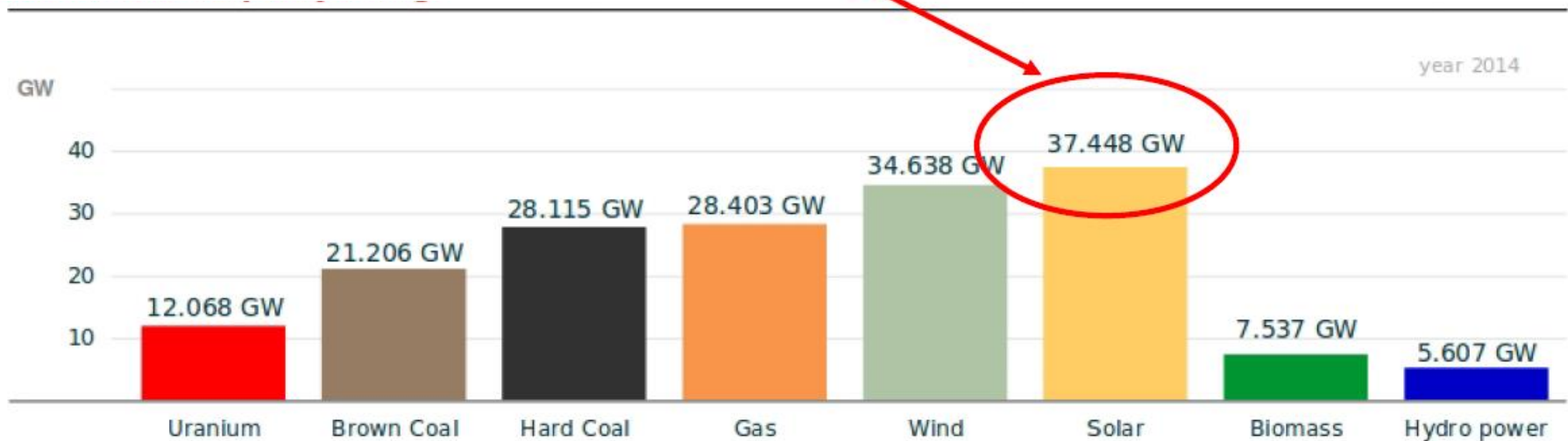




## Allemagne – La puissance installée en PV (juillet 2014)

Le PV a la plus grande capacité installée

1,9 GW installés  
en 2014

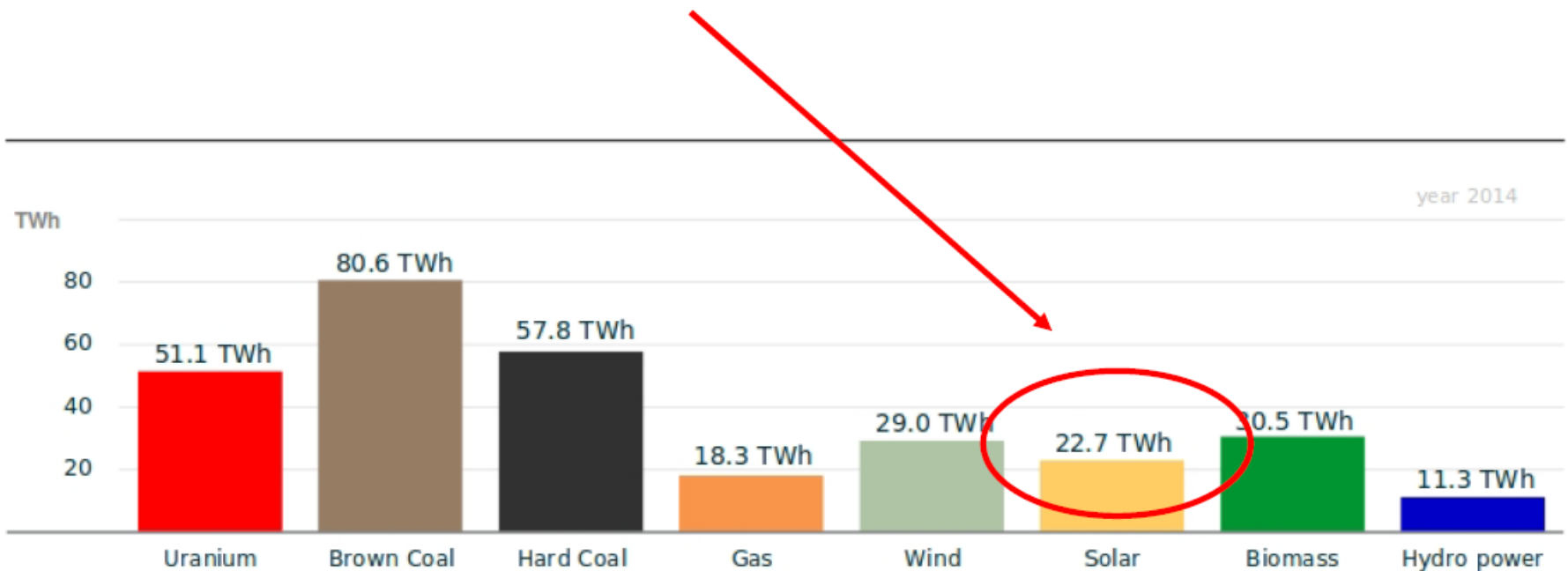


D'ou vient la production fluctuante des EnR?



## Allemagne – Production d'électricité (janvier à juillet 2014)

Le PV produit plus que l'hydro et le gaz



Un modèle de production journalière ?



## Les systèmes tarif de rachat

Loi pour la promotion des énergies renouvelables (EEG)  
depuis 1991

- Tarif de rachat préférentiel
  - Fixe pendant 20 ans
  - Dégressif pour les installations nouvelles
  - Dégressif en fonction de la taille de l'installation
- Priorité et garantie pour les quantités à injecter





# Allemagne - Loi sur les sources d'énergie renouvelable (EEG) (1/4)

- Motifs principaux de la réforme de l'EEG 2012 pour la récente «EEG 2.0" 2014
  - Part des EnR dans la production d'électricité > 25% (1er semestre 2014: 28.5%) → besoin d'intensifier l'effort d'intégration et adaptation du modèle traditionnel du marché de l'électricité
  - Besoin de réduire l'augmentation des coûts par le biais du système des paiements garantis (tarif de rachat pour EnR)
- La réforme de l'EEG poursuit les buts suivants:
  1. Augmentation supplémentaire de la part des EnR: 2025: 40-45%; 2035: 55-60%
  2. Plafonnement des coûts par une concentration sur les technologies EnR à moindre coût de production
  3. Intégration plus forte du marché et incitations plus élevées pour la production des EnR en fonction de la demande réelle



## Allemagne - Loi sur les sources d'énergie renouvelable (EEG) (2/4)

Nouveau plafonnement des capacités par an et technologie

Technologie	Nouvelle capacité p.a.	Déjà installé
Éolien terrestre*	2,400 - 2,600 MW	34,638 MW
Éolien offshore**	800 MW	520 MW
PV	2,400 – 2,600 MW	37,448 MW
Biomasse	100 MW	
Autres EnR	Pas de plafonnement	

\* Valeur nette, démantèlement des vieilles éoliennes considéré augmenterait les valeurs brutes

\*\* 2,600 MW d'ici à 2020



## Allemagne - Loi sur les sources d'énergie renouvelable (EEG) (3/4)



- Obligation de marketing direct pour les nouvelles centrales EnR
- Rémunération par des tarifs de rachat fixes pour les installations plus petites < 500 kW selon les prix de référence EEG spécifiques (moins 0,4 ct/kWh en prime de marketing direct)
- Obligation de marketing direct pour les installations > 500 kW.  
Ici: deux composants à la rémunération
- La validité des différents prix de référence spécifique et leur dégression varient selon leur source. Les prix sont fixés pour une période de 20 ans
- Appel d'offre à partir de 2017





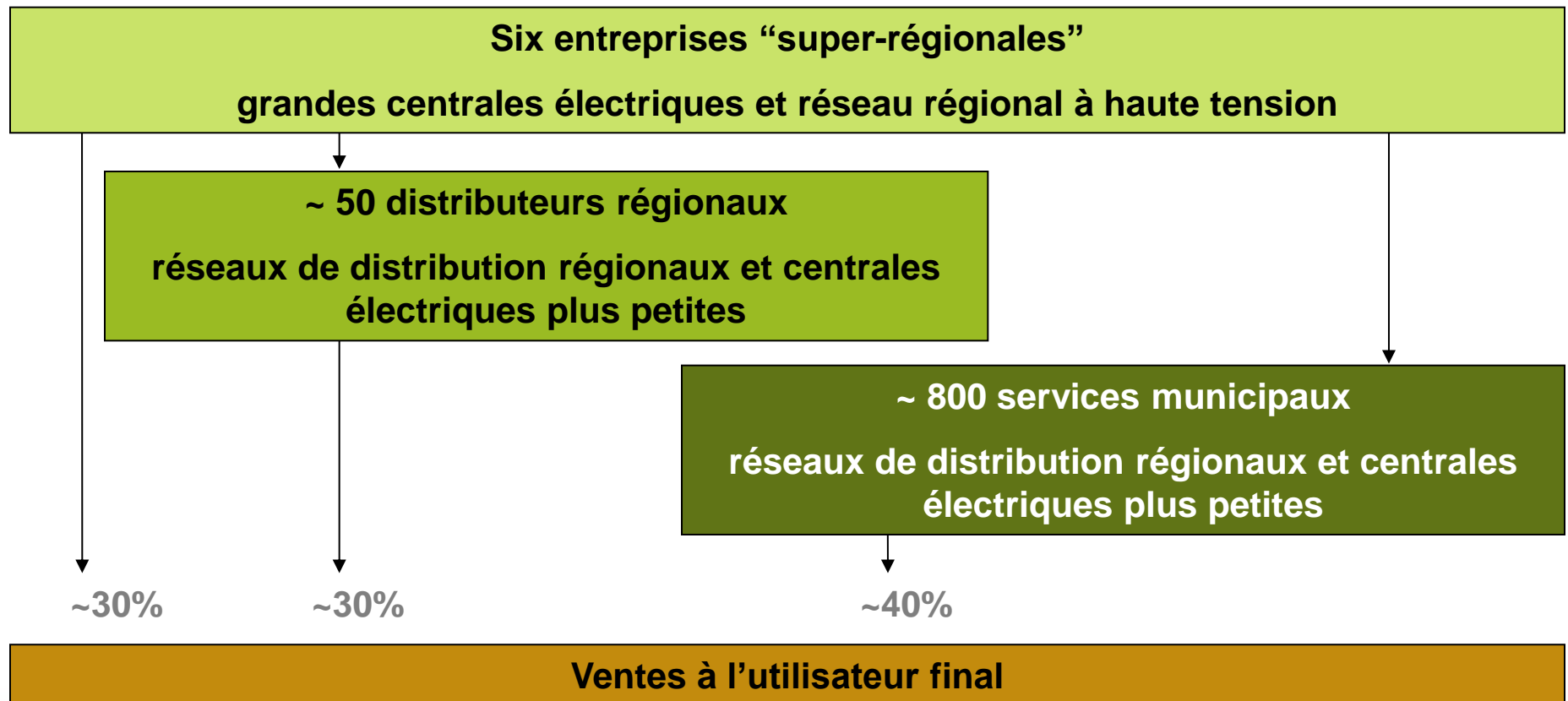
## Allemagne - Loi sur les sources d'énergie renouvelable (EEG) (4/4)

Rémunération : aperçu des prix de référence spécifiques pour le calcul des tarifs de rachat pour l'éolien et le PV selon l'EEG 2.0 (sans dégressivité)

Source	Prix de référence min.	Prix de référence max.	
Éolien terrestre	4.95 ct/kWh	8.90 ct/kWh	← Min. 5 ans
Éolien offshore	3.90 ct/kWh	19.40 ct/kWh	← Max. 8 ans
PV toiture	9.23 ct/kWh	13.15 ct/kWh	
PV en champ	9.23 ct/kWh	9.23 ct/kWh	



## Allemagne – Structure et parts du marché d'électricité





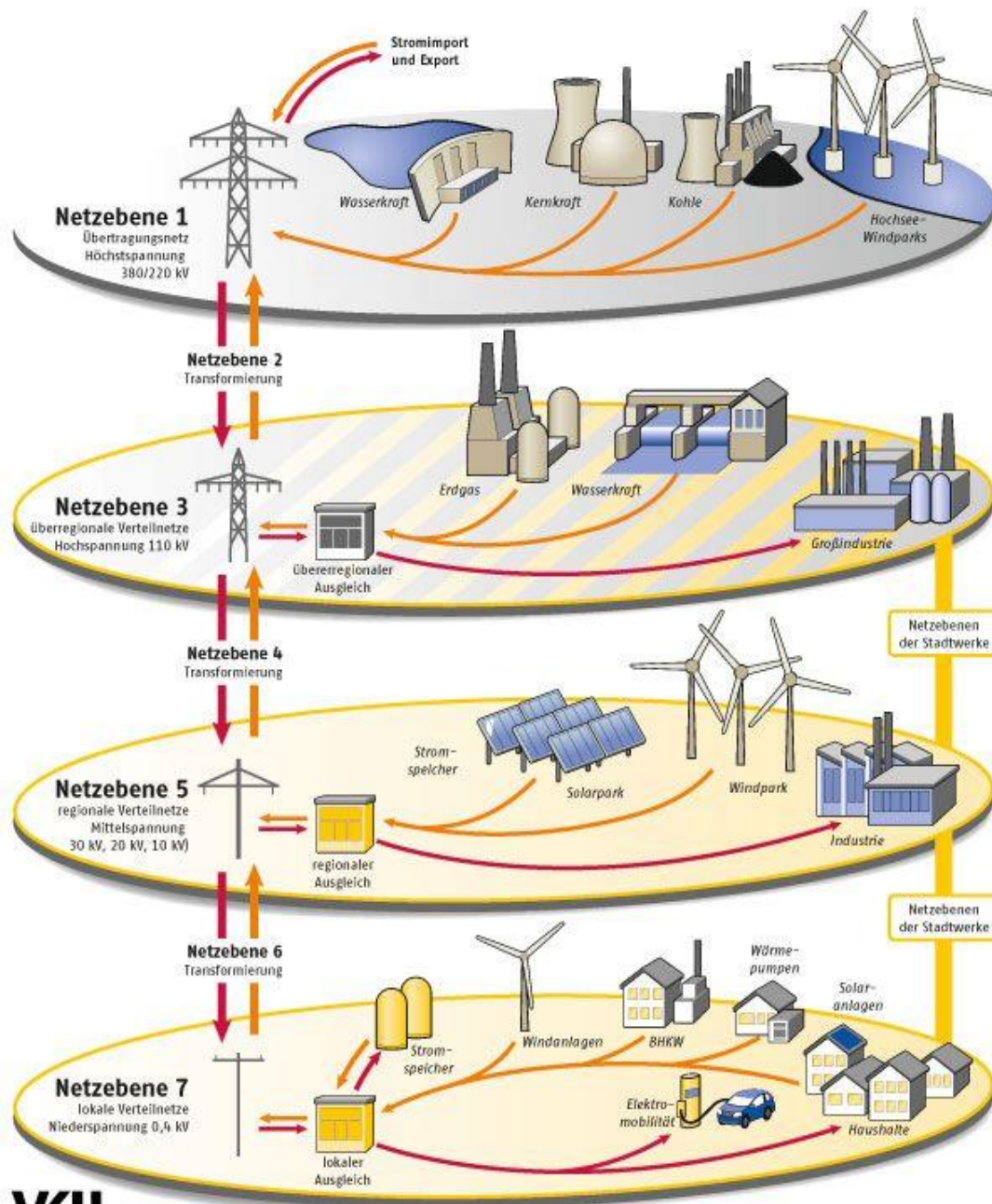
# Allemagne - Le système d'approvisionnement

Maximum  
voltage  
380 kV /  
220kV

High voltage  
110 kV

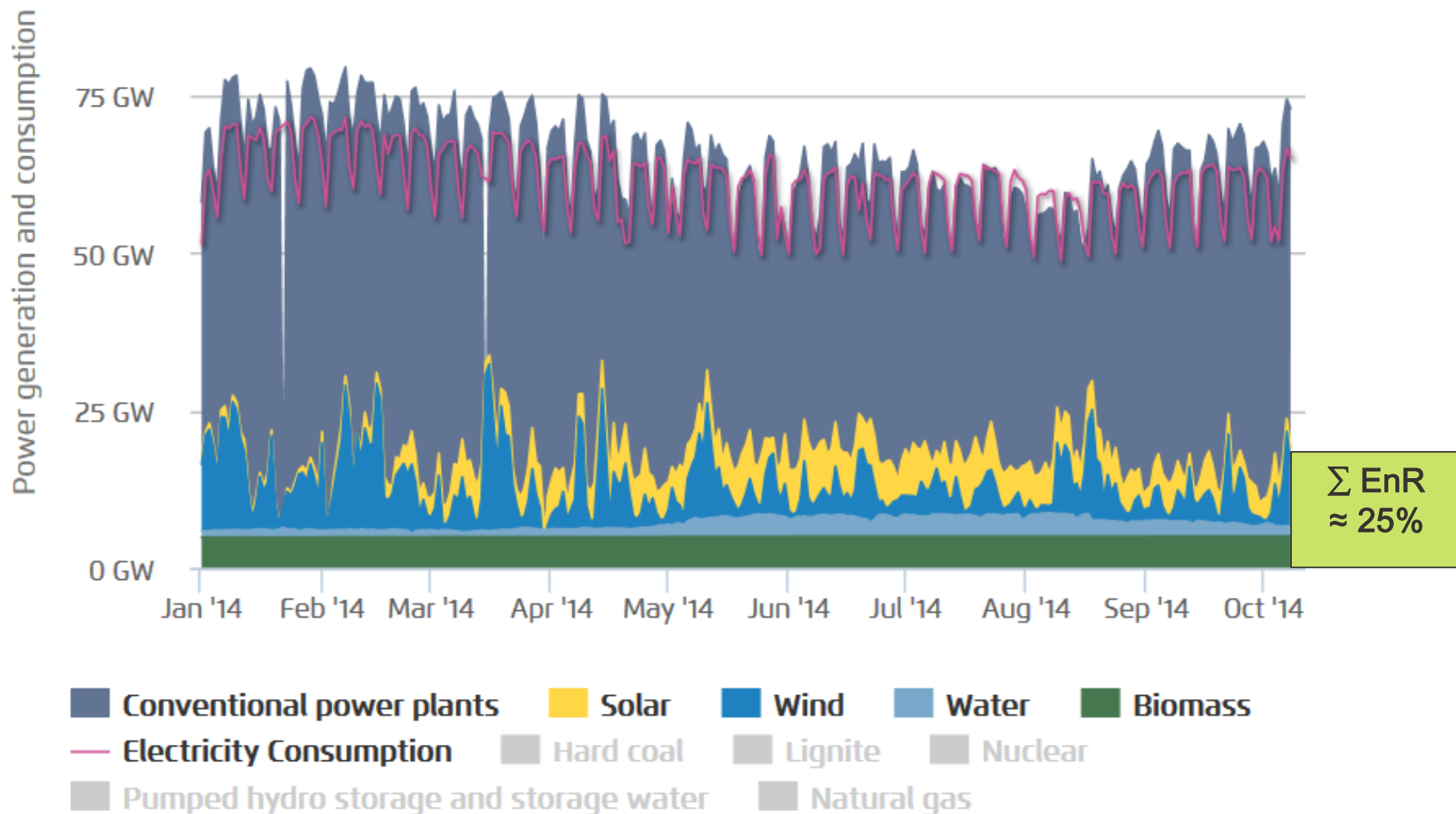
Medium-  
high voltage  
30 kV, 20  
kV, 10 kV

Low voltage  
0.4 kV





## Allemagne - Electricité en 2014





## Les segments du marché

Cibler les potentiels significatifs (segments de marché prometteurs), va faire baisser les couts

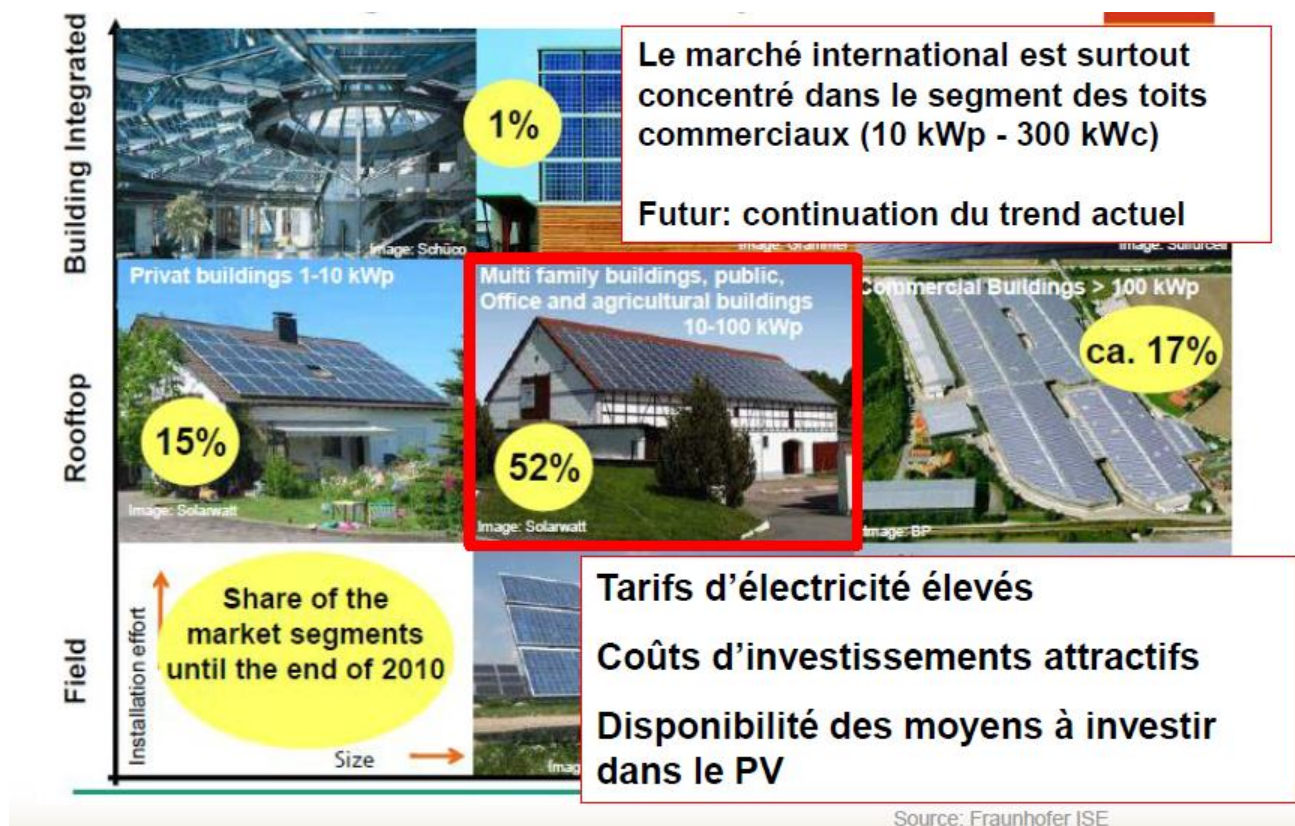
=> Génération d'électricité à des couts compétitifs

Méthode de l'attachement	Segment de marché			
	Résidentiel < 10 kWp	Commercial 10 kWp -300 kWp	Industrie 100 kWp -1 MWp	Utility > 1MWp
Monté au sol			x	x
Sur le toit	x	x	x	
Intégré dans la fassade/toit	x	x		





## Les segments PV en Allemagne



Le secteur PV emploie 40.000- 50.000 personnes





# Autoconsommation en Allemagne et en Tunisie

## Allemagne

- Consommation de l'électricité solaire directement (physiquement) sur place au moment de la production (pas de l'injection au réseau)
- Injection de l'énergie additionnel selon le tarif d'achat diminué

### Conséquence:

- Dimensionnement idéal du système **selon la courbe de charge** du consommateur
- Utilisation des stockages d'électricité dans l'avenir

## Tunisie

- Bilan de la production et consommation par mois
- Facture énergétique = (Consommation (kWh) – Production (kWh)) \* Tarif STEG
- L'électricité solaire ne doit pas être consommé physiquement sur place
- **Le tarif du distributeur (STEG) représente le tarif d'achat!!!**

### Conséquence:

- **Dimensionnement selon un rendement maximal**



## Conclusion

L'Allemagne a été le promoteur le plus important de Photovoltaïque

Le tarif de rachat a été la clef du succes

La qualité de conception et installation est en grande part assurée par les producteurs

